Донецкий Национальный Технический Университет

(www.donntu.edu.ua)

Научно-производственное предприятие ОРАКУЛ

(www.oracul.org)

СЗАО «Молдавский металлургический завод»

(www.aommz.com)

представляют:

«Система автоматического управления раскислением и легированием стали»

С.А. Храпко, А.В. Старосоцкий
Донецкий национальный технический университет,
ООО «НПП ОРАКУЛ»
г. Донецк

Коэффициенты усвоения

Линейные
(интегральные)
- вектор

$$U_i = \frac{\Delta m_{[i]}}{\Delta m_i} \quad (1)$$

Нелинейные
(дифференциальные)
- матрица

$$U_{ij} = \frac{\partial m_{[i]}}{\partial m_j} \quad (2)$$

Преимущества нелинейных КУ

- Точность
- Общность

- Учитывают влияние следующих факторов на усвоение элементов:

1. Физико-химическое состояние ванны:
   - состав металла;
   - состав, основность и кратность шлака;
   - окисленность металла и шлака;
   - температура и др.
2. Вид и количество используемых материалов.
3. Взаимное влияние элементов и материалов.
4. Влияние шлакообразующих материалов.
5. Не требуют накопления обширной базы данных по периодам плавки и маркам сталей

Расчет состава металла и шлака

известно:

поэлементный состав системы

$$\mathbf{Z} = (n_1, n_2, \ldots, n_k) \qquad (3)$$

вычисляется:

состав металла

$$\mathbf{Y} = (n_{[1]}, n_{[2]}, \ldots, n_{[k]}, \mu, n_{CO}) \qquad (4)$$

решается: система уравнений

$$\begin{cases} F_i = \ln a'_{(i)}(\mathbf{n}_{(\,)}) + \nu_i \mu - \ln a_{[i]}(\mathbf{n}_{[\,]}) - \ln K_{(i)}, \\ F_{k+2} = \ln a_{[C]}(\mathbf{n}_{[\,]}) + \ln a_{[O]}(\mathbf{n}_{[\,]}) + \ln \dfrac{K_{CO}}{P}, \\ F_{k+1} = \sum_i n_{(i)} \nu_i, \end{cases} \qquad (5)$$

Расчет коэффициентов усвоения

задана:
зависимость в неявном виде

$$\mathbf{F}(\mathbf{Z},\mathbf{Y}) = 0 \qquad (6)$$

вычисляются:
производные

$$\mathbf{L} = \left(\frac{\partial Y_i}{\partial Z_j}\right) = -\mathbf{A}^{-1}\cdot\mathbf{R} \qquad (7)$$

где

$$\mathbf{A} = \left(\frac{\partial F_i}{\partial Y_j}\right) \qquad \mathbf{R} = \left(\frac{\partial F_i}{\partial Z_j}\right) \qquad (8)$$

- матрица Якоби

Вычисление производных

$$
\mathbf{A} = \begin{array}{c}
\begin{array}{ccc} n_{[j]} & \mu & n_{CO} \end{array} \\
\begin{array}{|c|c|c|}
\hline
-\left(n_{(i)} \dfrac{\partial \ln a_{[i]}}{\partial n_{[j]}} + n_{(i)} \dfrac{\partial \ln a_{(i)}}{\partial n_{(j)}} \right) & n_{(i)} \nu_i & -\left(n_{(i)} \dfrac{\partial \ln a_{(i)}}{\partial n_{(C)}} + n_{(i)} \dfrac{\partial \ln a_{(i)}}{\partial n_{(O)}} \right) \\
\hline
-\nu_j & 0 & -(\nu_C + \nu_O) \\
\hline
N^m \dfrac{\partial \ln a_{[C]}}{\partial n_{[j]}} + N^m \dfrac{\partial \ln a_{[O]}}{\partial n_{[j]}} & 0 & 0 \\
\hline
\end{array}
\end{array}
\begin{array}{c} F_i \\ F_{k+1} \\ F_{k+2} \end{array}
\quad \textbf{(9)}
$$

Размерность матриц:

A – (k+2) •(k+2)

R – (k+2)•(k)

$$
\mathbf{R} = \begin{array}{c}
n_j \\
\begin{array}{|c|}
\hline
n_{(i)} \dfrac{\partial \ln a'_{(i)}}{\partial n_{(j)}} \\
\hline
\nu_j \\
\hline
0 \\
\hline
\end{array}
\end{array}
\begin{array}{c} F_i \\ F_{k+1} \\ F_{k+2} \end{array}
\quad \textbf{(10)}
$$

С учетом уравнений состояния

$$
\mathbf{A} = \begin{array}{c}
\begin{array}{ccc} n_{[j]} & \mu & n_{CO} \end{array} \\
\begin{array}{|c|c|c|}
\hline
x_{(i)}\left(1+e^{z}\right)-\delta_{ij}\left(1+r_i\right) & n_{(i)}\nu_i & 2x_{(i)}-\delta_{iCO}- \\
-n_{(i)}\left(\frac{\partial \ln\gamma_{(i)}}{\partial n_{(j)}}+\frac{\partial \ln\gamma_{[i]}}{\partial n_{[j]}}\right) & & n_{(i)}\left(\frac{\partial \ln\gamma_{(i)}}{\partial n_{(C)}}+\frac{\partial \ln\gamma_{(i)}}{\partial n_{(O)}}\right) \\
\hline
-\nu_j & 0 & -(\nu_C+\nu_O) \\
\hline
\frac{\delta_{jCO}}{x_{[j]}}-2+N^{m}\left(\frac{\partial \ln\gamma_{[C]}}{\partial n_{[j]}}+\frac{\partial \ln\gamma_{[O]}}{\partial n_{[j]}}\right) & 0 & 0 \\
\hline
\end{array}
\end{array}
\begin{array}{c} \\ F_i \\ F_{k+1} \\ F_{k+2} \end{array}
$$

$$
\mathbf{R} = \begin{array}{c}
n_j \\
\begin{array}{|c|}
\hline
\delta_{ij}-x_{(i)}+x_{(i)}\left(N^{s}\frac{\partial \ln\gamma_{(i)}}{\partial n_{(j)}}\right) \\
\hline
\nu_j \\
\hline
0 \\
\hline
\end{array}
\end{array}
\begin{array}{c} F_i \\ F_{k+1} \\ F_{k+2} \end{array}
$$

В формулах легко может быть учтена неидеальность фаз:

Вычисляемые из КУ параметры

изменение массы элемента при добавлении материала:

$$D_{ij} = \frac{\partial m_{[i]}}{\partial X_j} = \sum_p \frac{\partial m_{[i]}}{\partial m_p} \frac{\partial m_p}{\partial X_j} = \sum_p U_{ip} B_{pj} \quad \textbf{(11)}$$

изменение массы металла при добавлении материала:

$$C_j = \frac{\partial M^m}{\partial X_j} = \sum_i D_{ij} = \sum_i \sum_p U_{ip} B_{pj} = \sum_i V_i B_{ij} \quad \textbf{(12)}$$

изменение содержания i при добавлении материала:

$$\Phi_{ij} = \frac{\partial P_{[i]}}{\partial X_j} = \frac{1}{M^m} (D_{ij} - P_{[i]} C_j) = \sum_p W_{ip} B_{pj} \quad \textbf{(13)}$$

Тепловые расчеты

Предлагаем ознакомиться с докладом

В. Г. Скрябина, Д. В. Скрябина

«Модель расчета средней температуры металла в сверхмощной ДСП и ее применение в АСУТП»

Влияние материалов на состав (1)

Предварительное раскисление								
	O	Fe	Si	Mn	C	P	S	Масса
Графит	-0,49	0,199	0,213	0,01	0,265	0	0	0,203
FeSi75	-0,226	0,173	0,404	-0,003	0,123	0	0,004	0,473
Графит	-0,571	0,753	0,011	0,016	0,26	0	0,007	0,483
Графит	-0,544	1,245	0,011	0,022	0,175	0	0,013	0,932

Легирование								
	O	Fe	Si	Mn	C	P	S	Масса
	0,03		0,70					

Влияние материалов на состав (2)

Корректировка								
	O	Fe	Si	Mn	C	P	S	Масса
SiMn73	-0,001	0,099	0,145	0,655	0,014	0,005	-0,002	0,913
FeSi75	-0,005	0,243	0,709	0,045	0	0	0,001	0,995

Десульфурация								
	O	Fe	Si	Mn	C	P	S	Масса
CaO п1	-0,003	0,001	0,002	-0,029	0	0	-0,012	-0,042
CaF2 85	-0,007	-0,009	-0,001	-0,043	0	0	-0,019	-0,08

Неравенства для симплекс-метода

Целевая функция

$$S = \sum_j Q_j X_j \to \min \qquad (14)$$

Неравенства по составу металла:

$$P_{[i]}^{\min} \le P_{[i]} \le P_{[i]}^{\max} \qquad (15)$$

Состав металла при добавлении материала:

$$P_{[i]} = \frac{m_{[i]}^0 + \sum_j D_{ij} \Delta X_j}{\sum_p \left(m_{[p]}^0 + \sum_j D_{pj} \Delta X_j \right)} = \frac{P_{[i]}^0 M^0 + \sum_j D_{ij} \Delta X_j}{M^0 + \sum_j C_j \Delta X_j} \qquad (16)$$

Решение системы неравенств

Приведенная система неравенств:

$$\begin{cases} \sum\limits_j \left(D_{ij} - C_j P_{[i]}^{\max} \right) \Delta X_j \le M^0 \left(P_{[i]}^{\max} - P_{[i]}^0 \right), \\ \sum\limits_j \left(C_j P_{[i]}^{\min} - D_{ij} \right) \Delta X_j \le M^0 \left(P_{[i]}^0 - P_{[i]}^{\min} \right). \end{cases} \quad (17)$$

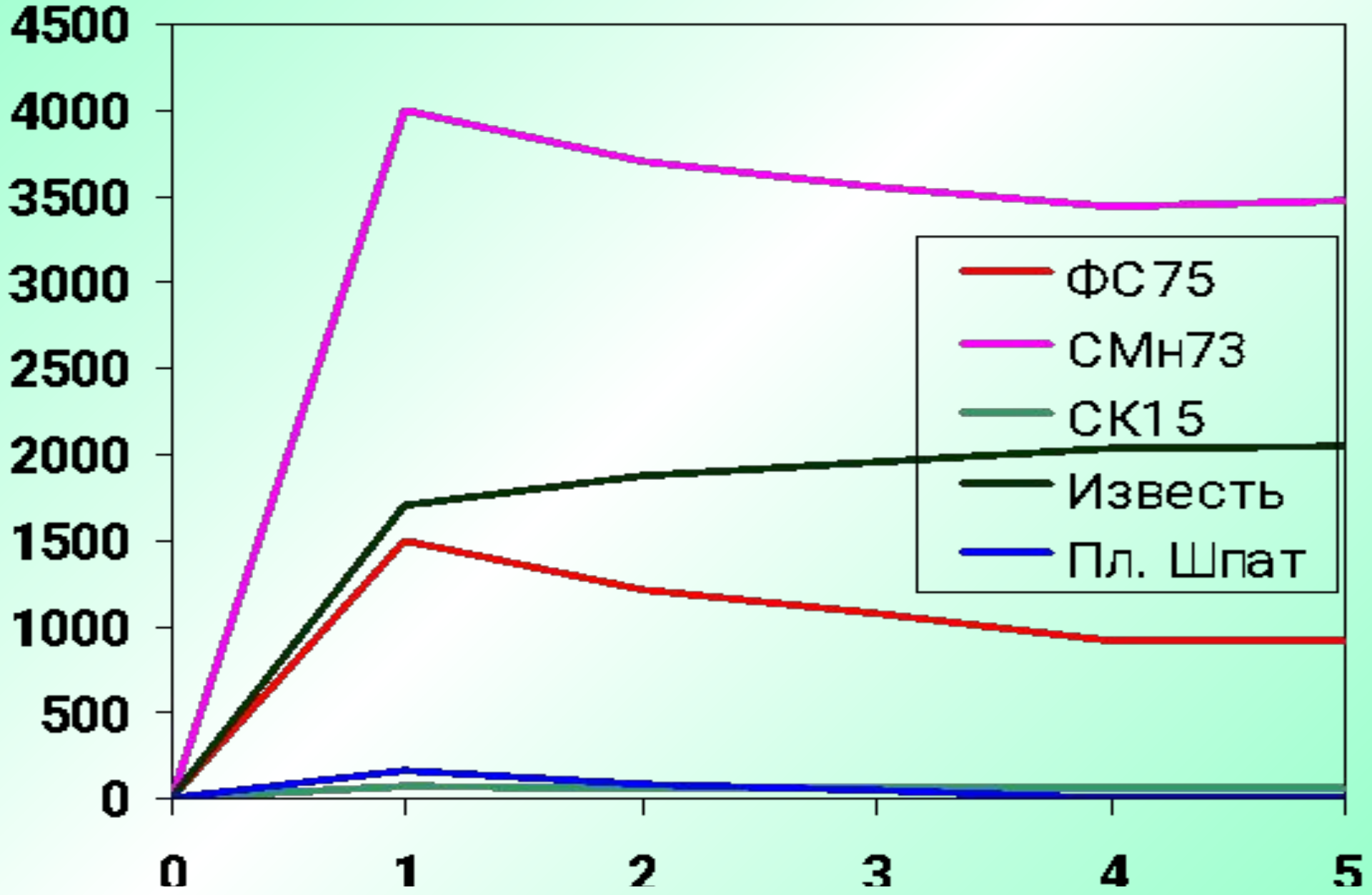
Очередное приближение (итерация):

$$\mathbf{X} = \mathbf{X}^0 + \Delta \mathbf{X} \quad (18)$$

Условие окончания итераций:

$$\left| \Delta \mathbf{X} \right| = \left| \mathbf{X} - \mathbf{X}^0 \right| \le \varepsilon \quad (19)$$

Расчет легирования СВ08Г2СА



Практическое применение

Предлагаем ознакомиться с докладом

А.В. Старосоцкого, Ю.Ф. Керейника,

Т.В. Щербины, С.А. Храпко

«Комплексная АСУТП выплавки стали»

ДСП 2 : Фактическое и расчетное состояние

18:40:32 | 29.05.2002

18:38:02 – User profile loaded successefull

Матер.	43463	Энергия	48096	Потери	3520
Лом	139400	Шлак обр	9484	Шлак сош	1240

Плавка	221323	Техкарта	3	Приложен.	18	Начало	01:04:09	23.05.2002	Корз	3	Период	9	#	584	Прогноз						
Время	01:53:00	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	N	B	Al	Mo	As	Nb	Sn	Ti	Pb	Zn	Sb	Co	V
[C] x [O]	A[o],ppm	Цель	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.00424	494	Металл	0.066	0.048	0.013	0.017	0.059	0.059	0.138	0.210	0.006	0.000	0.000	0.002	-	0.000	0.003	0.000	0.000	-	-	0.008	0.000
-	-	Лом	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Проба	01:52:58	00:52:29	0.065	0.035	0.013	0.014	0.068	0.043	0.126	0.240	0.009	0.001	0.335	0.020	-	0.003	0.030	0.001	0.002	-	-	0.007	0.001

Fe2O3	FeO	CaO	MgO	C	MnO	SiO2	P2O5	S	CrO	NiO	Cu2O	N	B2O3	Al2O3	MoO2	As2O3	NbO2	SnO	Ti2O3	PbO	ZnO	Sb2O3	Co2O3	CaF2
1.006	54.794	19.786	2.090	0.000	6.160	13.241	0.495	0.196	0.926	0.089	0.056	0.000	0.009	1.148	0.000	-	0.001	0.000	0.098	0.000	-	-	0.000	0.000

43.3 | Болото | 1.00

125.71 **Энергоносители**

Vмет м/с	Наименование	Эл.энерг.	CH4 горел.	O2 горел.	O2 прод.	O2
	За плавку	40.4 МВтч	0.0 м3	2436.0 м3	4325.4 м3	355
1.66	За период 5 s	83.3 кВтч	0.0 м3	0.0 м3	6.9 м3	
	Стоимость 12723					

0.86 **Материалы (в печи)**

Пакеты	Отмаг.скрап	Лом.г	Кокс ореш	Графит	CaCO3 K
19.100 т	16.500 т	103.800 т	1.300 т	0.419 т	1.746 т
0.0 кг	0.0 кг	0.0 кг	0.0 кг	0.0 кг	0.0 кг

/ORACUL/melts

- 221320.rec
- 221321.rec
- 221322.rec
- 221323.rec
- 221324.rec
- 221325.rec
- 221326.rec

Замер температ. | Химанализ

1

- Общие параметры
- Материалы
- Состав металла
- Состав шлака
- Нерасплавленный сост
- Химанализ
- Электроэнергия (сумм
- Электроэнергия (изме
- Газ (сумма)
- Газ (измен)

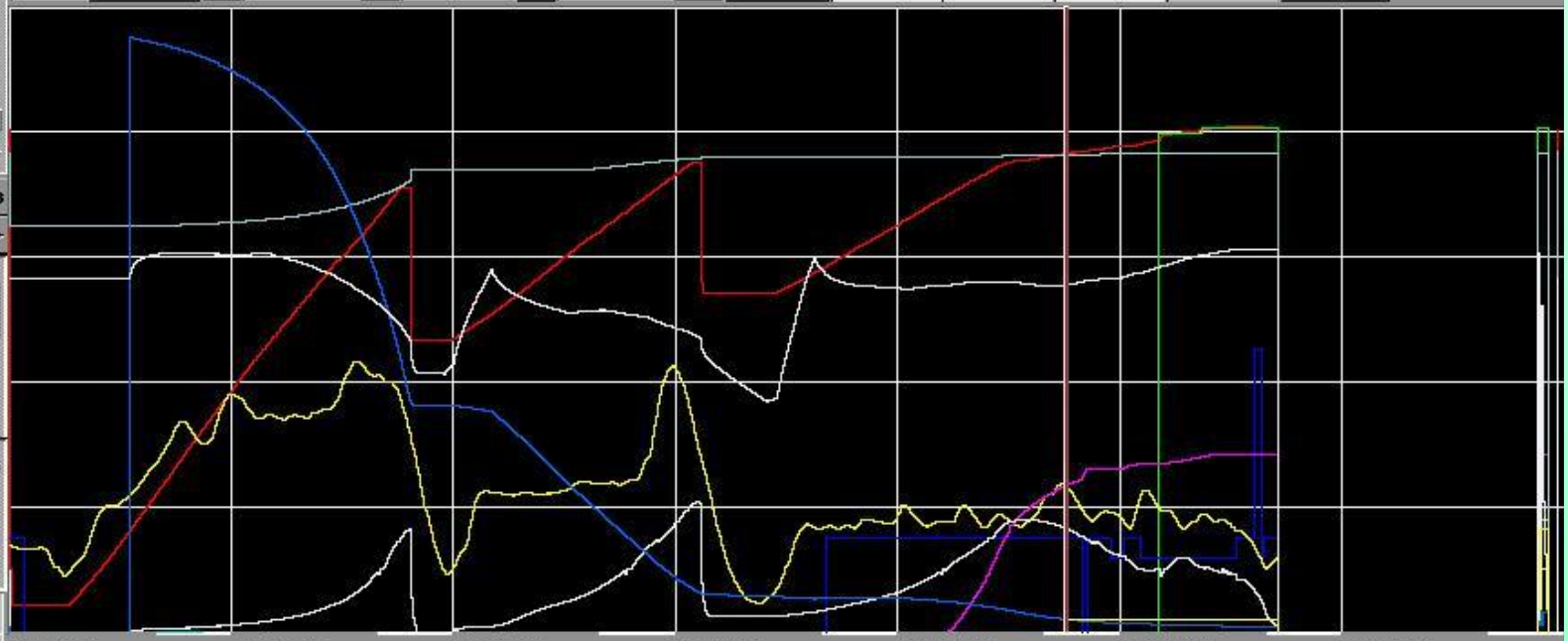
max 100000.000

Точек 855 | От 0

МПТ	Всего	Металл	Шлак	Все
127.38	Твердый	0.00	0.00	0.00
11.37	Жидкий	125.71	14.54	140.25
		125.71	14.54	140.25

T °C	11.90	В печи		В ковше	Газов
	Расчет	1534.3	-	0.0	
	Замер	-	-	0.0	115.70

Наклон	5	Слив
Шл.слит	Нет	01:00:15
Эрк.отк	Нет	0.2 51.4



F1 Помощь | F2 Пересчитать | F3 Цвет | F4 Проект | F5 Печать | F6 Размер | F7 Масштаб | F8 Сетка | F9 Const. | F10 Выход | F11 План | F12 Электрорежим | ораКул

Phindows

ДСП 2 : Фактическое и расчетное состояние

16:35:50 | 01.12.2002

Матер.	20317	Энергия	80	Потери	170

Рекомендации по ведению плавки.

SiMn 73	CaF2 85	Al(с плав	SiAl	SiC	Граф ит	MgO	Кокс мел.	FeSi 65	FeSi 75	CaO кус	CaCO 3 Тр
11	10	9	8	7	6	5	4	13	12	2	3

0 kg | 0 kg | 0 kg | 0 kg

P(мВт):	63.00
W(мВт*ч):	48.60
Длительн.:	00:59:44
Стоимость($):	15442/13405
Цена($ за т):	131.5/107.2

Б1 Б2 Stein Раф.

17:18:38

Время	T°C
17:18:38	1650.4

202	ЛГ1 (m3/m)	ЛГ2 (m3/m)	Дв.Г (m3/m)	Трубка (m3/m)	Пальчр (m3/m)	Фукс (m3/m)	Kestner (m3/m)
O2	14.4	19.2	19.2	0.0	0.0	0.0	0.0
CH4	7.2	9.6	9.6				0.0
N2							
К концу плавки:							
	(m3)	(m3)	(m3)	(m3)	(m3)	(m3)	(m3)
O2	671	877	450	33	887	726	0
CH4	336	438	225				0
N2							

Корз	Вес	кВт*ч/т
1	65.3	221.9
2	60.0	387.0
	125.3	387.8

Скрапа	125.3	т
Стали	117.4/125.0	т
Энергия	413.9/388.6	/т

Наименование материала	20% ковша	40% ковша	60% ковша	100% ковша	УПК 1	УПК 2	УПК 3
Кокс ореш	-	-	-	-	-	-	-
CaO кус	-	-	-	400	-	-	-
Кокс мел.	-	-	-	-	-	-	-
Кокс печн	-	-	-	-	-	-	-
Пакеты	-	-	-	-	-	-	-
Лом.нег	-	-	-	-	-	-	-
MgO	-	-	-	-	-	-	-
Футеровка MgO	-	-	-	-	-	-	-
Графит	100	320	-	-	-	-	-
Al(сплав)	100	-	-	-	-	-	-
SiMn73	-	2290	-	-	-	-	-
SiC	-	-	135	-	-	-	-
CaO п1	-	-	-	-	-	-	860
SiCa пр	-	-	-	-	-	-	-

Точек 855 | От 0 | 00:00:00 | 00:00:00 | 00:00:00 | 00:00:00 | 00:00:00 | 00:00:00 | 00:00:00

F1 Помощь | F2 Пересчитать | F3 Цвет | F4 Проект | F5 Печать | F6 Размер | F7 Масштаб | F8 Сетка | F9 Const. | F10 Выход | F11 План | F12 Электрорежим | Оракул

ЭСПЦ : Ход и проект выплавки и внепечной обработки стали

16:40:16

ОРАКУЛ ММЗ

16:40:13 - P=0,T=32.29

Тракт свободен

405 s

Слежение

223777 | 4/10

Параметр	Время	Жидкий металл: Тепло	Вес	C	Mn	Si	P	Cr	S	Жидкий шлак: Вес	FeO	CaO	SiO2	P2O5	MgO
Цель		1600.0		0.400	1.300	0.250	–	–	0.015	–	–	–	–	–	–
Сейчас	16:40:13	32.3	–	–	–	–	–	–	–	0.4	63.319	22.321	6.542	0.325	2.781
Анализ	16:15:34	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
К сливу	17:23:08	1650.6	125.0	0.032	0.040	0.010	0.015	0.075	0.050	14.5	48.538	23.848	13.760	0.585	5.450
В ковше	17:26:07	–	117.4	0.400	1.304	0.250	0.024	0.075	0.022	2.4	2.735	51.641	20.029	0.049	5.681

Завалка | Корзина 1 | Подвалка 1 | Последняя | Рафинирование | Слив

Температура (град С)	36.37	50.06	50.09	50.12	50.15	50.18	50.22	50.25	50.28	50.31	50.34	5
Энергия (кВт*ч/т)	8.73	12.01	12.02	12.03	12.04	12.04	12.05	12.06	12.07	12.07	12.08	1

Устройство	Вещество	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1
Выключатель	Напряж. 35кВ	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
ПСН	Ступ. ПСН	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	2
Simelt AC	Кривая	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	
П2 Палмур	O2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
П2 М-р Фукс	O2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
П2 Т1	O2	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	
П2 ДГ	CH4	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	
П2 Г-1-3-5	CH4	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	
П2 Г-2-4-6	CH4	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	
Stein C	Кокс печн	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

Сыпучие материалы	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1
CaO кус	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
CaCO3 Тр	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Графит	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Кокс мел.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

K1	Лом.г	27.40						
	Скрап.пр-і	28.70						
K2	Стр.ст.вит	8.10						
	Кокс ореш	1.10						
	–	0.00						
	–	0.00						
	–	0.00						
	Итого:	65.30						

Показатели плавки	
Время (с/т)	34.34
Э/энергия (квт*ч/т)	414.73
Газ (м3/т)	8.50
Кислород (м3/т)	31.15
Лом (т/т)	1.06
CaO (кг/т)	19.27
CaCO3 (кг/т)	0.00
Кокс (кг/т)	9.37
Коксик (кг/т)	0.00
Рейтинг (у.е/т)	132.97

20 % ковша	SiAl	0.00	Al(сплав)	100.00	Графит	100.00		
40% ковша	Кокс мел.	0.00	Графит	325.00	CaO кус	0.00	SiMn73	2290.00
60 % ковша	SiC	130.00	FeSi75	0.00	FeSi65	0.00		
100% ковша	CaO кус	400.00						

УКП (этап 1)

Размер окна проекта

F1 Помощь | F2 Пересчитать | F6 Размер | F9 Const | F10 Выход | F11 План

ОРАКУЛ®

ЭСПЦ : Ход и проект выплавки и внепечной обработки стали

16:39:42

ММЗ ОРАКУЛ

16:39:41 - P=0,T=32.11

Тракт свободен

405 s

Слежение

223777	4/10	Жидкий металл								Жидкий шлак					
Параметр	Время	Тепло	Вес	C	Mn	Si	P	Cr	S	Вес	FeO	CaO	SiO2	P2O5	MgO
Цель		1600.0		0.400	1.300	0.250	–	–	0.015	–	–	–	–	–	–
Сейчас	16:39:38	32.1	–	–	–	–	–	–	–	0.4	63.319	22.321	6.542	0.325	2.781
Анализ	16:15:34	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
К сливу	17:22:38	1650.6	125.0	0.032	0.040	0.010	0.015	0.075	0.050	14.5	48.538	23.849	13.760	0.585	5.450
В ковше	17:25:27	–	117.4	0.400	1.304	0.250	0.024	0.075	0.022	2.4	2.727	51.632	20.044	0.049	5.680

Завалка | Корзина 1 | Подвалка 1 | Последняя | Рафинирование | Слив

Температура (град С)		36.37	50.06	50.09	50.12	50.15	50.18	50.22	50.25	50.28	50.31	50.34	5
Энергия (кВт*ч/т)		8.73	12.01	12.02	12.03	12.04	12.04	12.05	12.06	12.07	12.07	12.08	1
Устройство	Вещество	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1
Выключатель	Напряж. 35кВ	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
ПСН	Ступ. ПСН	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	2
Simelt AC	Кривая	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	
П2 Палмур	O2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
П2 М-р Фукс	O2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
П2 Т1	O2	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	
П2 ДГ	CH4	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	

K1	Лом.г	27.40
	Скрап.пр-I	28.70
K2	Стр.ст.вит	8.10
	Кокс ореш	1.10
	–	0.00
	–	0.00
	–	0.00
	Итого:	65.30

Показатели плавки

Корзина 1																
Корзина 2																
Корзина 3																
Корзина 4																
Рафинирование		0.00														
20 % ковша	SiAl	0.00	Al(сплав)	100.00	Графит	100.00										
40% ковша	Кокс мел.	0.00	Графит	325.00	CaO кус	0.00	SiMn73	2290.00								
60 % ковша	SiC	130.00	FeSi75	0.00	FeSi65	0.00										
100% ковша	CaO кус	400.00														
УКП (этап 1)	CaO п1	755.00	CaO кус	0.00	CaF2 85	0.00	CaF2 91	0.00	SiAl	0.00	Кокс мел.	0.00	АПС	0.00	SiCa	
УКП (этап 2)	CaO п1	120.00	CaO кус	0.00	CaF2 85	0.00	CaF2 91	0.00	SiMn73	0.00	SiMn65	0.00				
УКП (этап 3)	CaO п1	0.00	CaO кус	0.00	CaF2 85	0.00	CaF2 91	0.00	FeSi75	0.00	FeSi65	0.00				
УКП (этап 4)	SiCa пр	50.00	FeB пров	0.00												
Вакууматор																
Промковш																

F1 Помощь | F2 Пересчитать | F6 Размер | F9 Const | F10 Выход | F11 План | ОРАКУЛ®